

## Aký význam má glykoprofil vo výskume patológie placenty?

Miriam Bollová

Ústav patologickej anatómie, Lekárska fakulta, Univerzita Komenského v Bratislave

Placenta predstavuje viacmembránovú bariéru medzi materským organizmom a plodom, ktorá zohráva kľúčovú úlohu vo všetkých fázach gravidity. Akýkoľvek patologický proces v placentárnom tkanive môže zásadne ovplyvniť priebeh gravidity a zdravie plodu, s následkom prenatálneho úmrtia alebo iných závažných komplikácií. Výskum placenty je obzvlášť dôležitý vzhľadom na vysoký podiel prenatálnych úmrtí spôsobených poruchami na jej úrovni. Hlbšie pochopenie placentárneho tkaniva môže nielen znížiť počet neobjasnených prenatálnych úmrtí, ale aj zlepšiť manažment budúcich gravidít a patológií novorodencov. V poslednom období sa výskum placenty zameriava na molekulárne mechanizmy regulácie a priebehu zmien v tkanive placenty, vrátane zmien v glykozylácii proteínov a celkového glykoprofilovania. Tento výskum má potenciál priniesť nové diagnostické a terapeutické prístupy, ktoré by mohli ovplyvniť manažment tehotenských komplikácií. Glykozylácia proteínov ako komplexná posttranslačná modifikácia predstavuje kľúčový faktor v mnohých biologických procesoch. Predmetom intenzívneho výskumu sú aj galektíny placenty, vzhľadom na ich úlohu v modulácii vývojových a iných procesov počas gravidity. Tento článok sa zameriava na súčasné poznatky o potenciálnych úlohách zmien glykoprofilu v tkanive placenty a ich vplyve na priebeh gravidity. Cieľom je poskytnúť komplexný prehľad o význame zmien glykozylácie v tehotenstve a identifikovať oblasti, ktoré si vyžadujú ďalší výskum s cieľom zlepšiť prenatálnu starostlivosť.

**Kľúčové slová:** placenta, glykoprofil, lektíny, galektíny, tehotenstvo

### What is the significance of glycoprofile in placental pathology research?

#### Summary

The placenta represents a multi-membrane barrier between the maternal organism and the fetus, playing a crucial role throughout all stages of pregnancy. Any pathological process affecting placental tissue can significantly influence the course of pregnancy and the health of the fetus, potentially resulting in prenatal death or other severe complications. Research on the placenta is particularly important in light of the high proportion of prenatal deaths associated with placental disorders. A deeper understanding of placental biology may not only help reduce the number of unexplained prenatal deaths but also improve the management of future pregnancies and neonatal pathologies. Recent studies have increasingly focused on the molecular mechanisms regulating placental function and pathology, including alterations in protein glycosylation and glycan profiling. This line of research holds promise for the development of new diagnostic and therapeutic approaches that could substantially influence the management of pregnancy complications. As a complex post-translational modification, protein glycosylation is a key factor in numerous biological processes. Among them, placental galectins have attracted considerable attention due to their role in modulating developmental and immunological processes during pregnancy. This article aims to summarize the current knowledge regarding glycosylation and glycan profiling in placental tissue, with particular emphasis on their potential impact on the course of pregnancy. The goal is to provide a comprehensive overview of the significance of these molecular changes and to highlight areas requiring further investigation to enhance antenatal care.

**Keywords:** placenta, glycoprotein, lectins, galectins, pregnancy

NewsLab, 2025, roč. 15 (2): 30-34

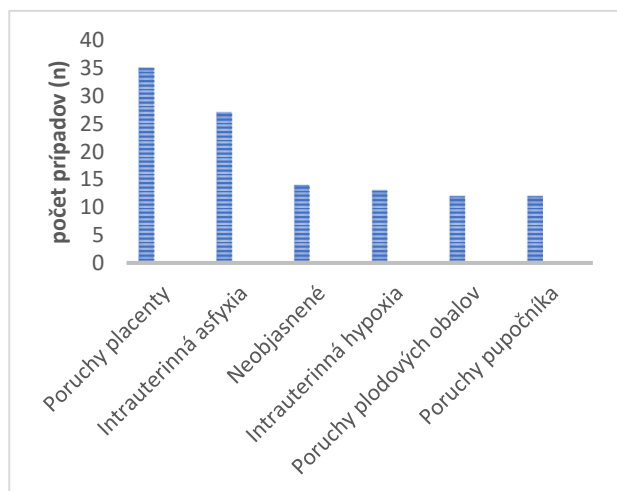
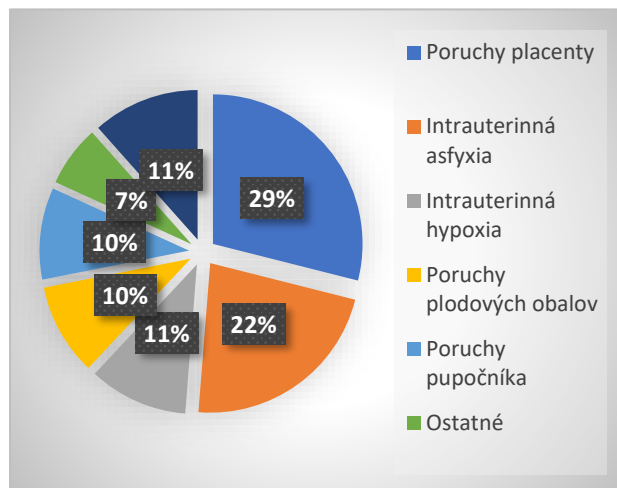
#### Placenta

Placenta ako viacvrstvová bariéra medzi organizmom matky a plodom zohráva kľúčovú úlohu vo všetkých fázach gravidity. Ide o orgán zásadný pre hormonálnu rovnováhu, imunitnú toleranciu a výmenu dýchacích plynov, živín a odpadových látok medzi matkou a vyvíjajúcim sa plodom. Fyziologický priebeh gravidity závisí od jemne regulovanej rovnováhy imunitných, endokrinných a metabolických procesov, pričom placentárne galektíny a glykozylácia proteínov majú v týchto procesoch významné miesto. Napriek tomu, že placenta predstavuje evolučne starý a

komplexný orgán zapojený do vyššie uvedených aj mnohých ďalších dejov, naše poznanie o nej je stále limitované. Jej význam podčiarkuje skutočnosť, že ako jediný orgán priamo spája život dvoch organizmov. Akýkoľvek patologický proces v placentárnom tkanive má zásadný vplyv na priebeh gravidity a zdravie plodu, vrátane jeho prežívania a rizika intrauterinnej mortality (1, 2).

Množstvo prenatálnych úmrtí sa v jednotlivých krajinách líši v závislosti od mnohých faktorov. Na Slovensku významnú časť týchto úmrtí spôsobujú poruchy placenty, stále pretrvávajú vysoký podiel prípadov, ktorých príčinu sa

nepodariť objasniť. Detailnejší výskum placentárneho tkaniva ako centrálného orgánu gravidity môže prispieť k zníženiu počtu neobjasnených prenatálnych úmrtí. Môže pomôcť zlepšiť starostlivosť o budúce gravidity a v konečnom dôsledku aj diagnostiku a manažment patológie novorodenca, ktoré sú vo veľkej miere závislé od správneho posúdenia placentárneho tkaniva (3).



**Obr. 1:** Prehľad najčastejších príčin prenatálnych úmrtí v Slovenskej republike v období roka 2021, spracované podľa Bollová a spol. (3)

Fyziologický priebeh gravidity závisí od jemne regulovanej rovnováhy imunitných, endokrinných a metabolických procesov. Na jeho regulácii sa podieľa celý rad mediátorov, pričom glykány exprimované na povrchu buniek a galektíny viažuce  $\beta$ -galaktosidy si v poslednom období získavajú významnú pozornosť v reprodukčnej medicíne. Je to najmä pre ich unikátnu schopnosť modulovať procesy rôznych vývojových štádií, ich časovo a prostredím podmienenú reaktivitu a tiež pre ich potenciál využitia ako biomarkerov gestačných porúch. Ich zmenená aktivita nemusí byť vždy dôsledkom

placentárnej patológie, ale môže sa zároveň podieľať na jej vzniku.

### Glykozylácia proteínov

Výskum placenty sa v poslednom období sústreďuje na objasnenie regulácií a mechanizmov procesov na molekulárnej úrovni, čo umožňuje lepšie pochopenie patogenézy mnohých patológií a zároveň prináša možný diagnostický a prediktívny prínos. Do popredia sa dostáva problematika zmien glykozylácie proteínov a glykoprofilovanie jednotlivých štruktúr v súvislosti s patológiou placenty (2, 4).

Väčšina doteraz získaných poznatkov v oblasti placentárneho glykoprotílu pochádza z výskumov realizovaných na animálnych modeloch a bunkových líniách, ich potenciál pre humánnu fetoplacentárnu patológiu je však zjavný (2, 5). Placenta exprimuje široké spektrum systémových proteínov, ktoré dopĺňajú množstvo placentárne špecifických proteínov (2). Úroveň ich expzie a zmeny vlastností sprostredkované glykozyláciou majú kľúčový vplyv na priebeh placentárnych procesov a tým aj na priebeh gravidity.

Zmeny glykozylácie je možné skúmať rôznymi technikami; medzi často využívané patria metódy založené na väzbe lektínov, ktoré sa uplatňujú najmä v histochemických a profilovacích analýzach (4). Glykozylácia proteínov je štruktúrne veľmi rôznorodou posttranslačnou modifikáciou, ktorá v porovnaní s inými úpravami poskytuje bohatšie biologické informácie a výrazne rozširuje variabilitu vlastností modifikovaných proteínov. V podstate ide o prenos glykánových informácií, ktoré tvoria tzv. glykokód – špecifický jazyk bunkovej komunikácie – a spoločne predstavujú glykóm tkaniva. Tento prenos je sprostredkovaný enzymatickým vytváraním väzieb medzi glykánom a proteínom alebo inou organickou molekulou za účasti glykozyltransferáz a glykozidáz, pričom výsledkom sú rôzne glykokonjugáty (4–6).

Podľa základnej väzby medzi glykánom a polypeptidovým reťazcom rozoznávame dva základné subtypy: N-viazané glykány, naviazané na asparagínový zvyšok, a O-viazané glykány, naviazané na hydroxylovú skupinu serínových alebo treonínových zvyškov. N-viazané glykány majú spoločné základné pentasacharidové jadro ktoré môže byť ďalej rozvetvené a modifikované. O-viazané glykány sa začínajú naviazaním N-acetylgalaktosamínu (GalNAc) na serín alebo treonín. Diverzitu glykánov významne zvyšuje variabilita väzieb medzi jednotlivými monosacharidmi, pričom každá hydroxylová skupina monosacharidu môže predstavovať potenciálne miesto väzby. Táto schopnosť vetvenia prepožičiava základnej štruktúre glykánu a tým aj proteínu vysokú komplexnosť. Biologická zložitosť sa ďalej zväčšuje činnosťou špecifických enzýmov, variabilitou väzieb a postglykozylovými modifikáciami, akými sú napríklad fukozylácia alebo sialyácia (4).

## Galektíny

Galektíny sú multifunkčné solubilné proteíny viažuce  $\beta$ -galaktosidové štruktúry, patriace do rodiny lektínov. Charakteristické sú svojou afinitou ku  $\beta$ -galaktosidovým motívom glykokonjugátov. Ako ligandy rozpoznávajú najmä sekvenciu Gal $\beta$ 1-4GlcNAc (N-acetyl-laktóзамín) a tiež Gal $\beta$ 1-3GalNAc (T-antigén) povrchových bunkových oligosacharidov. Vďaka tomu disponujú afinitou k variabilnej skupine ligandov a majú schopnosť ich cross-linkingu a transportu (5, 6). Na štruktúrálnej úrovni bolo doposiaľ identifikovaných 19 galektínov, z toho 13 exprimovaných u človeka, ktoré sa zaraďujú do troch základných skupín podľa organizácie ich väzbovej reakčnej domény: prototypové galektíny, chimérické galektíny a galektíny s tandemovými opakovaniami (5, 7).

Ako proteíny syntetizované na voľných ribozómoch sa vyskytujú intracelulárne aj extracelulárne, pričom sekrécia prebieha nekonvenčnými mechanizmami mimo klasickej ER-Golgi dráhy. Vďaka tomu majú unikátne spektrum intracelulárnych aj extracelulárnych funkcií. Intracelulárne sa prednostne nachádzajú v cytoplazme, kde modulujú mnohé procesy vrátane regulácie rastu, apoptózy, migrácie a diferenciácie. Ich extracelulárne účinky sú priamo závislé od väzby na sacharidové štruktúry (5, 7).

## Placentárny glykoprol počas gravidity

Viacere výskumy posledného obdobia odokrývajú úlohu glykómu v regulácii placentárnych procesov. Mnohé komplikácie gravidity, vrátane hypertenzných porúch, predčasného pôrodu, patologického ukončenia tehotenstva, gestačného diabetu mellitus či reprodukčných porúch, boli opísané v súvislosti s aberantnou glykozyláciou (4, 8). Úloha galektínov počas vývoja a diferenciácie v rámci fyziologického aj patologického tehotenstva je komplexná a vyžaduje si precízne modulovanie ich expresie. Molekulárne mechanizmy, ktoré modulujú expresiu a aktivitu galektínov, sú však stále málo preskúmané. Medzi možné regulátory expresie galektínov patria pohlavie plodu, pohlavné a iné hormóny, redoxný stav, patogény či zápalové mediátory (9).

Glykoprol placenty sa počas tehotenstva mení v závislosti od štádia gestácie. Na úrovni jednotlivých placentárnych receptorov sa počas gestácie mení množstvo fukosylovaných a sialylovaných N-glykanov, čo môže ovplyvňovať ich funkciu. V prvom trimestri je charakteristický vyšší obsah bisekovaných N-glykanov a vyššia hladina  $\alpha$ 2,3-sialylovaných štruktúr, zatiaľ čo v treťom trimestri dominuje vyšší podiel manózy a oligofukosylovaných N-glykanov a nižší obsah bisekovaných N-glykanov. Zmeny v  $\alpha$ 2,3-sialylácii nie sú úplne jednoznačné (10). V treťom trimestri sa pozoruje pokles fukosylovaných a  $\alpha$ 2,6-sialylovaných N-glykanov na inzulínovom receptore, zatiaľ čo na IGF2R sa fukosylácia zvyšuje (11). Celková sialylácia komplexných N-glykanov na syncytiotrofoblastovej membráne zostáva

počas druhého a tretieho trimestra relatívne stabilná, bez významných zmien (12). Zmeny v sialylácii ovplyvňujú interakcie medzi placentou a materským imunitným systémom a je možné predpokladať, že majú význam pre udržiavanie imunitolerance počas gravidity

Na imunologickej úrovni sa zdôrazňuje aj význam N-glykanov v regulácii aktivity NK buniek voči syncytiotrofoblastu v korelácii s ich zvýšenou cytotoxicitou a produkciou cytokínov počas systémovej zápalovej reakcie pri preeklampsii. Reciprocitu procesov dopĺňajú viaceré údaje o úlohe dendritických imunitných buniek v potenciácii expresie vyššieho množstva niektorých O-glykanov bunkami trofoblastu (4). Zmenená rovnováha expresie N-glykanov bola opísaná tiež v počiatočnom štádiu spontánneho potratu na podklade zmenenej expresie rôznych typov glykykozyltransferáz. Poukazuje sa na dôležitosť dynamickej rovnováhy v enzýmovej výbave zúčastňujúcej sa procesu glykozylácie (13).

Pozorované dynamické zmeny v glykoprole v tkanive placenty sú dôležité pre reguláciu interakcií medzi materskými a fetálnymi bunkami, imunitnú toleranciu, angiogénu a metabolizmus placenty. Aberantná glykozylácia je spojená s patologickými stavmi, ako je preeklampsia alebo gestačný diabetes (14, 15).

## Zmeny positivity galektínov počas gravidity

Doposiaľ boli v placentе v rôznych populáciách buniek trofoblastu identifikované galektíny-1, -3, -7 až -10 a -13 až -17, pričom galektíny-13, -14 a -16 sú považované za placenta-predominantné, teda s expresiou prevažne obmedzenou na placentu. Expresia niektorých galektínov, ako sú galektíny-1, -3, -8, -13 a -14, je dynamicky regulovaná počas vývoja trofoblastu a závisí od jeho diferenciácie. Zatiaľ najlepšie preskúmané galektíny v kontexte placenty sú galektíny-1 a -3 (8, 9).

Galektín-1 je v období prvého trimestra vo veľkej miere exprimovaný bunkami syncytiotrofoblastu (STB), extravilózneho trofoblastu (EVT) a tiež deciduy v počiatočných štádiách gravidity, avšak jeho prítomnosť vo vilózných cytotrofoblastoch nebola potvrdená. Vysoká expresia galektínu-1 je popísaná aj v decidue na začiatku tehotenstva. Selektívne je exprimovaný uterinnými NK bunkami, kde indukuje apoptózu aktivovaných deciduálnych T buniek a tým prispieva k imunitolerancii matky voči plodu. Galektín-1 moduluje aj viaceré ďalšie imunitné mechanizmy, vrátane indukcie tolerogénnych dendritických buniek a expanzie IL-10-exprimujúcich regulačných T buniek. V treťom trimestri bola v bunkách STB a EVT fyziologickej placenty popísaná prítomnosť galektínu-2. Vo vilózných cytotrofoblastoch a decidue sa nachádza galektín-3, ktorý je výrazne exprimovaný najmä v období implantácie, avšak jeho úloha zatiaľ nie je presne objasnená (9, 16).

Významná expresia bola zistená aj pri galektíne-7 v STB v prvom aj treťom trimestri, v bunkách EVT, v imunitných bunkách placentárnych klkov a decidue počas prvého

trimestra a tiež v endoteli. Zvýšené hladiny galektínu-7 boli zaznamenané u pacientiek s preeklampiou v porovnaní s fyziologicky prebiehajúcou graviditou (9, 16).

Galektín-8 je exprimovaný vo vilóznom a extravilóznom trofoblaste aj v bunkách deciduy. Bol identifikovaný ako „regulátor angiogenézy“ v cievnom a lymfatickom endoteli, avšak jeho funkcia v placente ani imunoregulačný efekt počas gravidity zatiaľ nie sú dostatočne objasnené (1).

Galektín-9 je predominantne exprimovaný v decíduálnych bunkách a v menšej miere v oblastiach cytotrofoblastu, zatiaľ čo galektín-10 bol v niektorých štúdiách detegovaný v STB prvého trimestra. Význam expresie galektínu-9 si vyžaduje ďalší výskum – na animálnych modeloch boli popísané jeho znížené hladiny pri spontánnom potrate. V humánnych štúdiách je zaujímavá zmena hladiny galektínu-9 v korelácii s pohlavím plodu a jeho možná úloha pri regulácii NK buniek, čím môže prispievať k imunosupresívnej aktivite počas prvého trimestra tehotenstva (1).

Primárne povrchovo v syncytiotrofoblaste (STB) sú exprimované galektíny-13, -14, -16 a -17, pričom galektín-13 je detegovateľný nielen na povrchovej membráne, ale aj intracelulárne. Galektín-13 bol prvýkrát izolovaný z ľudskej placenty spolu s galektínmi-14 a -16, čo vzbudilo značnú vedeckú pozornosť (17). Okrem expresie v STB je galektín-13 prítomný aj v sére gravidných žien (18). Nedávne štúdie naznačujú, že dynamika expresie galektínu-13 pri preeklampsii súvisí s koordinovaným pôsobením tohto proteínu a antiangiogénnych faktorov, ako je sFlt-1, v materskom cievnom systéme. V tomto kontexte môže galektín-13 zohrávať dvojakú úlohu: v nízkych hladinách

pôsobí ako počiatočný stimul podporujúci aktiváciu endotelu a nerovnováhu angiogenézy, zatiaľ čo v treťom trimestri môže pôsobiť ako prirodzený regulačný mechanizmus krvného tlaku matky. Jeho využitie ako biomarkera preeklampsie bolo však spochybnené pre nedostatočnú konzistentnosť výsledkov. Dysregulácia galektínu-13 môže prispieť k nerovnováhe zápalových procesov v placente počas gravidity a potenciálne k rozvoju gestačného diabetu. Niektoré práce dokonca opisujú schopnosť galektínu-13 viazať aj ligandy nezávisle od sacharidov, avšak tieto výsledky boli spochybnené a vyžadujú ďalší výskum (1, 19, 20).

### Záver

Tieto a mnohé ďalšie nedávne štúdie naznačujú, že budúci výskum ľudskej placenty bude smerovať k hlbšiemu pochopeniu bunkového glykómu. Glykány zohrávajú ochrannú, regulačnú aj stabilizačnú úlohu a sacharidové jednotky na povrchu buniek sú kľúčové pre rozpoznávanie, integritu a štruktúru tkanív, ktoré ich exprimujú. Ich skúmanie prostredníctvom lektínových interakcií predstavuje významný potenciál pre budúce diagnostické aj terapeutické prístupy.

### Podakovanie

Táto práca bola podporená projektom VEGA 1/0646/25 „Zmeny glykokódu tkaniva placenty asociované s poruchami metabolizmu glukózy u matky ovplyvňujúce priebeh tehotenstva.“

## Literatúra:

1. Blois S.M., Dveksler G., Vasta G.R., Freitag N., Blanchard V., Barrientos G. Pregnancy Galectinology: Insights Into a Complex Network of Glycan Binding Proteins. *Front Immunol.* 2019;10:1166; doi: 10.3389/fimmu.2019.01166.
2. Khorami-Sarvestani S., Vanaki N., Shojaeian S., Zarnani K., Stensballe A., Jeddí-Tehrani M., et al. Placenta: an old organ with new functions. *Front Immunol.* 2024;15; doi: 10.3389/fimmu.2024.1385762.
3. Bollová M., Palkovič M. Postmortálna analýza príčin prenatalnej úmrtnosti. In: Janegova A, editor. 60. fakultná konferencia študentskej vedeckej odbornej činnosti a XVII. vedecká konferencia doktorandov. Bratislava: Univerzita Komenského; 2023. p. 56–63.
4. Zhong J., Li J., Burton G.J., Koistinen H., Cheung K.W., Ng E.H.Y., et al. The functional roles of protein glycosylation in human maternal-fetal crosstalk. *Hum Reprod Update.* 2024;30:81–108; doi: 10.1093/humupd/dmad024.
5. Than N.G., Romero R., Kim C.J., McGowen M.R., Papp Z., Wildman D.E. Galectins: guardians of eutherian pregnancy at the maternal-fetal interface. *Trends Endocrinol Metab.* 2012;23:23–31; doi: 10.1016/j.tem.2011.09.003.
6. Huang Z., Lai P.F., Cocker A.T.H., Haslam S.M., Dell A., Brady H.J.M., et al. Roles of N-linked glycosylation and glycan-binding proteins in placentation: trophoblast infiltration, immunomodulation, angiogenesis, and pathophysiology. *Biochem Soc Trans.* 2023;51:639–53; doi: 10.1042/BST20221406.
7. Chen M., Shi J.-L., Zheng Z.-M., Lin Z., Li M.-Q., Shao J. Galectins: Important Regulators in Normal and Pathologic Pregnancies. *Int J Mol Sci.* 2022;23:10110; doi: 10.3390/ijms231710110.
8. Unverdorben L., Jeschke U., Santoso L., Hofmann S., Kuhn C., Arck P., et al. Comparative analyses on expression of galectins1-4, 7-10 and 12 in first trimester

- placenta, decidua and isolated trophoblast cells in vitro. *Histol Histopathol.* 2016;31:1095–111; doi: 10.14670/HH-11-739.
9. Jovanović Krivokuća M., Vilotić A., Nacka-Aleksić M., Pirković A., Čujić D., Legner J., et al. Galectins in Early Pregnancy and Pregnancy-Associated Pathologies. *Int J Mol Sci.* 2021;23:69; doi: 10.3390/ijms23010069.
10. Robajac D., Masnikosa R., Nemčovič M., Križáková M., Belická Kluková L., Baráth P., et al. Glycoanalysis of the placental membrane glycoproteins throughout placental development. *Mech Ageing Dev.* 2019;183:111151; doi: 10.1016/j.mad.2019.111151.
11. Robajac D., Masnikosa R., Miković Ž., Nedić O. Gestation-associated changes in the glycosylation of placental insulin and insulin-like growth factor receptors. *Placenta.* 2016;39:70–6; doi: 10.1016/j.placenta.2016.01.005.
12. Arkwright P.D., Redman C.W., Williams P.J., Dwek R.A., Rademacher T.W. Syncytiotrophoblast membrane protein glycosylation patterns in normal human pregnancy and changes with gestational age and parturition. *Placenta.* 1991;12:637–51; doi: 10.1016/0143-4004(91)90498-5.
13. Passaponti S., Pavone V., Cresti L., Ietta F. The expression and role of glycans at the fetomaternal interface in humans. *Tissue Cell.* 2021;73:101630; doi: 10.1016/j.tice.2021.101630.
14. Robajac D., Vanhooren V., Masnikosa R., Miković Ž., Mandić V., Libert C., et al. Preeclampsia transforms membrane N-glycome in human placenta. *Exp Mol Pathol.* 2016;100:26–30; doi: 10.1016/j.yexmp.2015.11.029.
15. Sgambati E., Marini M., Vichi D., Zappoli Thyron G.D., Parretti E., Mello G., et al. Distribution of the glycoconjugate oligosaccharides in the human placenta from pregnancies complicated by altered glycemia: lectin histochemistry. *Histochem Cell Biol.* 2007;128:263–73; doi: 10.1007/s00418-007-0312-8.
16. Jeschke U., Hutter S., Heublein S., Vrekoussis T., Andergassen U., Unverdorben L., et al. Expression and function of galectins in the endometrium and at the human fetomaternal interface. *Placenta.* 2013;34:863–72; doi: 10.1016/j.placenta.2013.07.005.
17. Fuselier C., Dumoulin A., Paré A., Nehmé R., Ajarrag S., Granger Joly de Boissel P., et al. Placental Galectins in Cancer: Why We Should Pay More Attention. *Cells.* 2023;12:437; doi: 10.3390/cells12030437.
18. Than N.G., Balogh A., Romero R., Kárpáti E., Erez O., Szilágyi A., et al. Placental Protein 13 (PP13) - A Placental Immunoregulatory Galectin Protecting Pregnancy. *Front Immunol.* 2014;5:348; doi: 10.3389/fimmu.2014.00348.
19. Sammar M., Drobnjak T., Mandala M., Gizurarson S., Huppertz B., Meiri H. Galectin 13 (PP13) Facilitates Remodeling and Structural Stabilization of Maternal Vessels during Pregnancy. *Int J Mol Sci.* 2019;20:3192; doi: 10.3390/ijms20133192.
20. Balogh A., Toth E., Romero R., Parej K., Csala D., Szenasi N.L., et al. Placental Galectins Are Key Players in Regulating the Maternal Adaptive Immune Response. *Front Immunol.* 2019;10:1240; doi: 10.3389/fimmu.2019.01240.

**MUDr. Miriam Bollová**

Ústav patologickej anatómie, Lekárska fakulta  
Univerzita Komenského v Bratislave  
Sasinkova 4, Bratislava  
[miriam.bollova@fmed.uniba.sk](mailto:miriam.bollova@fmed.uniba.sk)